

## المجال التعليمي رقم (01): التخصص الوظيفي للبروتينات

## تركيب البروتين

## الوحدة التعليمية الأولى

## مراحل الترجمة

## النشاط 5:

1- مقر تركيب البروتين في الهيولى: ( لاحظ الوثيقة (1) ص 24 ) :

العضيات المتدخلة في تركيب البروتين على مستوى الهيولى هي : متعدد الريبوزوم ( البوليزوم )  
تعريف البوليزوم : هو ارتباط عدد من الريبوزومات لجزء واحد من الـ ARNm حيث يقوم كل ريبوزوم بإنتاج سلسلة ببتيدية في آن واحد .

العلاقة بين متعدد الريبوزوم و كمية البروتين المصنعة:

إن متعدد الريبوزوم هو طريقة فعالة في تركيب البروتين بسرعة لإنتاج كمية معتبرة من نفس البروتين في وقت أقل ويمكن اعتبار عدد الريبوزومات المرتبطة هو وسيلة للتحكم في سرعة و كمية البروتين حسب حاجة الخلية .

ومنه فربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى ريبوزومات متجمعة في وحدة متميزة تدعى **متعدد الريبوزوم** حيث تسمح القراءة المتزامنة للـ ARNm من طرف عدد من الريبوزومات بزيادة كمية البروتين المصنعة .

2- إثبات دور متعدد الريبوزوم :

نتائج تجريبية: تم دراسة كمية البروتين المصنعة في مستخلص خلوي يحتوي على كافة مستلزمات الترجمة في وجود متعدد الريبوزوم ، حيث تم إضافة إنزيم **ريبونوكلياز** ( إنزيم خاص يفسك الـ ARNm ) فأظهرت نتائج التجربة اختفاء متعدد الريبوزوم و عدم تشكل البروتين .

**نتيجة :** تشكل متعدد الريبوزوم ضروري لتركيب البروتين

3- أنماط الـ ARN الهيولية : ( لاحظ الوثيقة (2) ص 25 ) :

تبين الوثيقة نتائج فصل الـ ARN الهيولية بطريقة الطرد المركزي

تحتوي الوثيقة على أنابيب الطرد المركزي و البقع التي تم الحصول عليها حسب وزنها ( كثافتها ) بالإضافة إلى المنحنيات التي توضح كمية الـ ARN في شوكة و تمت القياسات أثناء و خارج أوقات تركيب البروتين .

❖ التحليل المقارن للتسجيلين ( أ ) و ( ب ):

يظهر في التسجيل ( أ ) أثناء فترة تركيب البروتين القمم (1) و (2) و (3) و (4) و (5) ، أما التسجيل (ب) فيظهر فيه الدورات (1) و (2) و (3) و (4) من مقارنة التسجيلين نلاحظ غياب القمة (5) في التسجيل (ب) ، وهذا يعني أنه لا يوجد نوع من الـ ARN الممثل بالقمة (5) أي أنه تشكل فقط في فترة تصنيع البروتين .

**نتيجة:**

نستنتج أن الذروة (5) تبين ظهور نوع من الـ ARN أثناء تصنيع البروتين و اختفائه خارج فترة تركيب البروتين .

**تحليل الوثيقة (3) ص 25 :**

يُمثل الجدول الموضح في الوثيقة جدول تم فيه عرض معطيات عامة غير مرتبطة بشروط التجربة الموضحة في الوثيقة (2) حيث أن معطيات الجدول تؤكد و توضح نتائج التجربة .

**❖ تحديد نوع الـ ARN في كل ذروة :**

- ❖ الذروة (1) و (2) و (3) تمثل الـ ARNr ( الـ ARNr الريبوزومي ) .
  - ❖ الذروة (4) تمثل الـ ARNt ( الـ ARN الناقل ) .
  - بالرغم من تواجد أنواع كثيرة من الـ ARNt فإن هذه الأنواع لها نفس الوزن الجزيئي تقريباً و هي تختلف في تتابع النيوكليوتيدات و ليس في الوزن مما يؤدي إلى ظهورها في نفس الذروة .
  - ❖ الذروة (5) تمثل الـ ARNm لاختفائها خارج أوقات تركيب البروتين .
- يكون عدد النيوكليوتيدات في الـ ARNm مختلف لتغير طوله بتغير المورثة ( عدد الأحماض الأمينية في البروتين التي تم استنساخها ) .

**ملاحظة:** الـ ARNt والـ ARNr يتواجدان بصورة دائمة ، فهي تدخل في تركيب أي بروتين ، أما الـ ARNm فيظهر فقط أثناء فترة تركيب البروتين فهو يحمل معلومة وراثية لبروتين معين و يتفكك بعد الانتهاء من تركيب البروتين .

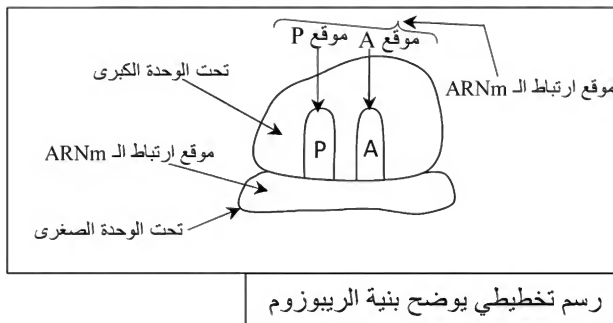
**4- بنية ومكونات الريبوزوم :** (لاحظ الوثيقة (3) و (4) ص 26) :

- **الطبيعة الكيميائية للريبوزوم :** يتكون الريبوزوم من بروتينات و أحماض نووية من نوع الـ ARNr
- **وصف بنية الريبوزوم :** الريبوزومات هي مقر تركيب البروتين و هي عضيات متكونة من تجمع بروتينات و حمض نووي ريبوزومي (ARNr) و تتشكل من تحت وحدتين .
- ❖ تحت وحدة صغيرة تحمل وحدة قراءة الـ ARNm
- ❖ تحت وحدة كبيرة تحمل موقعين تحفيزيين :
- الموقع (P) موقع بيبتيدي يسمح باتصال الحمض الأميني بالسلسلة الببتيدية النامية
- الموقع (A) موقع الحمض الأميني و هو الذي يستقبل الـ ARNt الحامل للحمض الأميني الجديد ( اللاحق في الترتيب ) .

- يتعرف الـ ARNt على الرامزة الموافقة على الـ ARNm عن طريق ثلاث نيوكليوتيدات تشكل الرامزة المضادة و المكمل لها .

**5- بنية الـ ARNt :**

- الأجزاء الرئيسية في بنية الـ ARNt هي :
- ❖ مكان تثبيت الحمض الأميني
- ❖ موقع الرامزة المضادة .



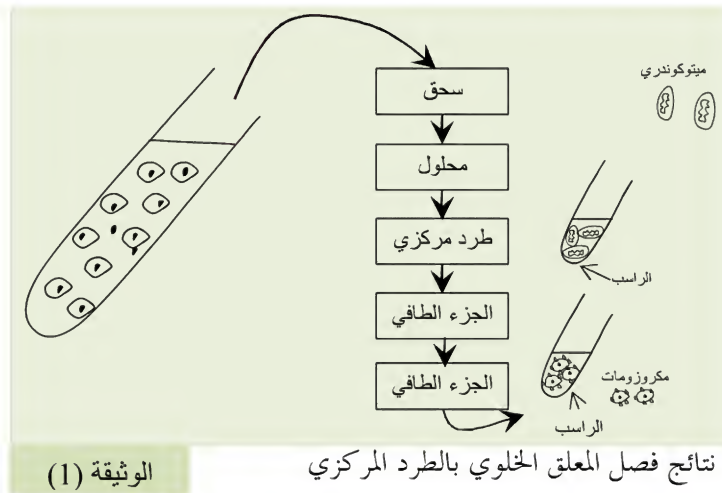
## 6- تنشيط الأحماض الأمينية : ( لاحظ الوثيقة (7) و (8) ص 28 ) :

العناصر اللازمة لتنشيط الأحماض الأمينية الضرورية (الأمينية) هي طاقة في شكل ATP و إنزيم نوعي

## ❖ دراسة نتائج اصطناع البروتين في حمض زجاجي :

تجربة : نستعمل مستخلص لخلايا كبدية تم الحصول عليه بواسطة السحق في وسط يصلح للمحافظة على سلامة و بنية العضيات الخلوية و وظيفتها .

يخضع المستخلص السابق لعملية الطرد المركزي و بسرعات متزايدة تسمح العملية بالفصل التدريجي لمختلف المكونات حسب الثقل و الشكل التالي يمثل نتائج الفصل:



لإثبات قدرة مختلف العضيات على تركيب البروتين توضع كل عضية على حدة في وسط زجاجي يضاف إليه أحماض أمينية مشعة و مركب غني بالطاقة و إنزيمات متخصصة ، وبعد عملية حضن لمدة كافية تقدر كمية الإشعاع للبروتينات المصنعة في مختلف الأوساط .

محتوى كل أنبوب و نتائجه ممثلة في الجدول التالي :

العضيات	إشعاع البروتينات و كميتها ( وحدة دولية )
مستخلص كلوي كامل	10,8
ميتوكوندري	1,3
ميكروزومات ( ريبوزومات + أغشية خلوية )	1,1
المحلول الطافي النهائي	0,4
ميتوكوندري + ميكروزومات	10,2
ميتوكوندري + المحلول الطافي	1,5
ميتوكوندري + ميكروزومات بعد غليها	1,2

## مناقشة النتائج التجريبية:

تسمح نتائج هذه التجربة بتحديد شروط و مقر تركيب البروتين حيث يتم تركيب البروتين في الريبوزومات في وجود مستخلص خلوي يحتوي على إنزيمات أنواع الـ ARN و أنواع الحموض الأمينية و في وجود الطاقة .



7- مراحل حدوث الترجمة: ( لاحظ الوثيقة (9) ص 29 :

توضح الوثيقة مراحل و آلية حدوث الترجمة التي تتم في ثلاث مراحل و هي : الانطلاق ، الاستطالة ، النهاية  
العناصر الضرورية لانطلاق الترجمة هي : تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم ، الـ ARNt الخاص  
بالميتيونين ، و تحت الوحدة الكبرى .

❖ الظواهر التي تحدث في نهاية الترجمة هي :

- انفصال السلسلة الببتيدية المتشكلة .
- انفصال الـ ARNt الأخير .
- انفصال الـ ARNm ثم تفككه .
- انفصال تحت وحدتي الريبوزوم .
- انفصال الميتيونين عن بداية السلسلة الببتيدية .

❖ تتم عملية الترجمة في ثلاث مراحل هي :

أ) مرحلة الانطلاق (البداية) :

- يثبت الـ ARNm على تحت الوحدة الصغرى للريبوزوم .
- تثبت الرامزة الأولى للـ ARNm (AUG) و تدعى الرامزة **البادئة** للتركيب على مضاد  
الرامزة الموجودة على الـ ARNt الأول .
- يتم تعرف الـ ARNt على الرامزة الثلاثية الموجودة على الـ ARNm عن طريق الرامزة  
المضادة .
- يتم ارتباط تحت الوحدة الكبرى للريبوزوم و بذلك يتشكل **معقد الانطلاق** .

ب) مرحلة الاستطالة :

- يتم توضع الـ ARNt الحامل للحمض الأميني الثاني في الموقع A للريبوزوم وفق الرامزة  
الثانية على جزيء الـ ARNm
- يتم تكوين الرابطة الببتيدية بين الحمض الأميني الأول و الثاني بتدخل إنزيمات خاصة و طاقة .
- ينفصل الحمض الأميني الأول عن الـ ARNt الذي ينفصل بدوره عن الموقع P للريبوزوم .
- يسمح تقدم الريبوزوم ثلاث نيوكليوتيدات بانتقال الـ ARNt الثاني من الموقع A إلى الموقع P  
ليحل محله ARNt جديد حامل لحمض أميني ثالث و الذي يملك رامزة مقابلة للرامزة الثالثة للـ  
ARNm ثم تتشكل رابطة ببتيدية بين الحمض الأميني الثالث و ثنائي الببتيد السابق .
- ج) مرحلة النهاية : تنتهي الترجمة بوصول موقع القراءة للريبوزوم إلى إحدى رامزات التوقف و  
هي (UGA) ، (UAG) ، (UAA) .

- ينفصل الـ ARNt لآخر حمض أميني ليصبح عديد الببتيد المتشكل حرًا .
- تنفصل تحت وحدتي الريبوزوم عن بعضهما البعض .
- انفصال الـ ARNm .
- يتحرر البروتين المتشكل و ينفصل الميتيونين عن أول السلسلة الببتيدية .

8- مسير البروتين المتشكل : ( لاحظ الوثيقة (10) ص 31 ) :

تمثل الوثيقة المسار الذي يسلكه البروتين من مكان التركيب ( الريبوزومات ) إلى مكان النضج ( جهاز  
غولجي ) ، ثم طرح البروتين خارج الخلية عن طريق الحويصلات الإفرازية في حالة البروتينات الإفرازية .  
أي أن البروتين بعد تركيبه ينضج و يوجه إلى المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية .

- يمثل المنحنى البياني في الوثيقة (11) النشاط الإشعاعي في عضيات الخلية في البداية يكون النشاط الإشعاعي مرتفع في الشبكة الهيولية الفعالة و منخفض في جهاز غولجي و الحويصلات الإفرازية .
- خلال التجربة ينخفض الإشعاع في الشبكة الهيولية و يزداد في جهاز غولجي و يرتفع في الحويصلات الإفرازية .
- في نهاية التجربة يصبح الإشعاع منخفض جدًا في الشبكة الهيولية الفعالة و جهاز غولجي في حين يبلغ قيمته القصوى في الحويصلات الإفرازية .
- الغرض من تواجد البروتين في كل عضوية :
- الريبوزوم : مقر تركيب البروتين .
  - جهاز غولجي: مقر اكتمال و نضج البروتين .
  - الحويصلات الإفرازية : هي وسيلة نقل البروتين إلى خارج الخلية عن طريق الإطراح الخلوي .
- 9- مقارنة التعبير المورثي عند حقيقيات و بدائيات النوى : ( لاحظ الوثيقة ص 35 ) :

بدائيات النوى	حقيقيات النوى
<ul style="list-style-type: none"> <li>- لا يوجد غلاف نووي ، لدى توجد المورثات في السيتوبلازم .</li> <li>- تبدأ الترجمة قبل انتهاء النسخ و تحدث الأليتين في نفس الوقت و الموقع لذلك سرعة التركيب الحيوي كبيرة .</li> <li>- النسخ و الترجمة متزامنتان .</li> <li>- الـ ARNm و الـ ADN بنفس الطول .</li> <li>- كل المورثات موجودة على نفس الصبغي .</li> <li>- النسخ و الترجمة كليًا .</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- يوجد غلاف نووي يعزل المورثات المحمولة على الصبغيات في النواة .</li> <li>- يتم الاستنساخ في النواة و بعدها تتم الترجمة في الهيولى لذلك يستغرق وقت طويل .</li> <li>- النسخ و الترجمة غير متزامنتان .</li> <li>- الـ ARNm النهائي الذي يترجم أقص من الـ ADN .</li> <li>- المورثات موزعة على عدة صبغيات .</li> <li>- المادة الوراثية تستنسخ كليًا و لا تترجم كليًا .</li> </ul>

### الخلاصة

- الترجمة : هي تحويل اللغة النووية إلى لغة بروتينية و يتم خلالها ترجمة المعلومات الوراثية التي يحملها الـ ARNm إلى متتالية من الأحماض الأمينية في الهيولى .
- يتم ربط الأحماض الأمينية في متتالية محددة على مستوى الريبوزومات .
- تتطلب الترجمة العناصر التالية:
- ريبوزومات ، ARNt ، ARNm ، الطاقة (ATP) ، إنزيمات خاصة ، الأحماض الأمينية .
- تتضمن الترجمة ثلاث مراحل :
- الانطلاق ، الاستطالة ، النهاية .
- تركيب البروتين عند بدائيات النوى يتم في مرحلتين تحدثان في نفس المكان و في آن واحد ، أي تنطلق الترجمة قبل الاستنساخ .
- أما عند حقيقيات النوى فآليتي النسخ و الترجمة منفصلتان تمامًا في الزمان و المكان و هذا راجع لوجود نواة معزولة عن الهيولى .
- النسخ و الترجمة آليتان منظمتان حسب حاجيات العضوية و التي تشرف عليها إنزيمات متخصصة ( نوعية ) .
- البروتين المركب ينقل على جهاز غولجي لاكمال نضجه ثم إلى الحويصلات الإفرازية في حالة الخلية الإفرازية ، أو يوجه إلى المقر الذي يؤدي فيه وظيفته داخل أو خارج الخلية .

## تمارين:

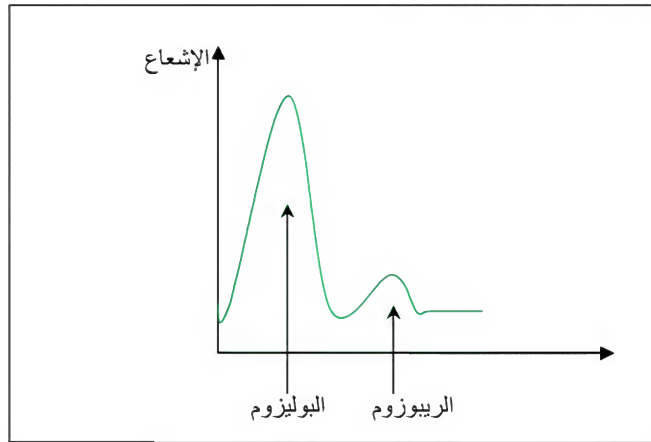
- 1- تمثل الوثيقة (1) تتالي النيوكليوتيدات في الـ ARNm المسؤول عن تركيب الأحماض الأمينية الأخيرة لجزيء الأنسولين  
 أ) باستعمال جدول الشفرة الوراثية حدد تركيب السلسلة البيبتيدية للأحماض الأمينية الأخيرة و الموافقة لقطعة الـ ARNm .  
 ب) مثل جزء من المورثة المسؤول عن تركيب سلسلة الأحماض الأمينية الأخيرة .

GGU GGC UUC UUC UAC ACU CCU AAG ACU

الوثيقة (1)

-2

- بتقنية خاصة تعتمد على استعمال الأحماض الأمينية المشعة نتبع تركيب البروتين على مستوى بوليزوم و على مستوى الريبوزوم الحر  
 النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2) :



الوثيقة (2)

- أ. ما هي المعلومات التي تقدمها الوثيقة (2) فيما يخص تركيب البروتين ؟  
 ب. حدد المراحل الأساسية في تركيب البروتين ، و ما هي العناصر التي تتدخل في ذلك ؟  
 ج. إن عملية تركيب البروتين تتطلب تدفق المعلومة و المادة و الطاقة . وضح ذلك .

## الحل:

- 1- أ) متعدد البيبتيد ( البروتين ) :



ب) سلسلة الـ ADN :

GGT GGC TTC TTC TAC ACT CTA A G A C T  
 CCA CCG AAG AAG ATG TGA GGA T T C T G A

2- أ) المعلومة التي تقدمها الوثيقة (2) فيما يخص تركيب البروتين هي :

ب) المراحل الأساسية في تركيب البروتين هي :  
الاستنساخ و الترجمة

العناصر التي تتدخل في تركيب البروتين في مرحلة الاستنساخ هي :

الـ ARNm ، ريبوزومات ، إنزيمات نوعية ، طاقة (ATP) ، ARNt .

ت) إن عمليتي الترجمة و الاستنساخ عمليات حيوية يتم فيها استعمال المادة ( نيوكليوتيدات و أحماض أمينية ) في تركيب مركبات جديدة تتمثل في حمض نووي ريبوي جديد و بروتينات نوعية ، ويتطلب هذا النشاط تدفق للطاقة على شكل ATP تنتجها الميتوكوندري وتستعمل في تنشيط و نقل الأحماض الأمينية و كل النشاطات الإنزيمية المتدخلة في التركيب .

عن موقع [www.eddirasa.com](http://www.eddirasa.com)

البريد الإلكتروني: [info@eddirasa.com](mailto:info@eddirasa.com)